

Kehl, Stephan; Scholz, Markus

Systematisches Literaturreview der Arbeitsgedächtnisbesonderheiten bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie

Empirische Sonderpädagogik 13 (2021) 2, S. 110-132



Quellenangabe/ Citation:

Kehl, Stephan; Scholz, Markus: Systematisches Literaturreview der Arbeitsgedächtnisbesonderheiten bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie - In: Empirische Sonderpädagogik 13 (2021) 2, S. 110-132 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-235744 - DOI: 10.25656/01:23574

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-235744>

<https://doi.org/10.25656/01:23574>

in Kooperation mit / in cooperation with:

Pabst Science Publishers <https://www.psychologie-aktuell.com/journale/empirische-sonderpaedagogik.html>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document. This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Empirische Sonderpädagogik, 2021, Nr. 2, S. 110-132
ISSN 1869-4845 (Print) · ISSN 1869-4934 (Internet)

Systematisches Literaturreview der Arbeitsgedächtnisbesonderheiten bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie

Stephan Kehl und Markus Scholz

Pädagogische Hochschule Ludwigsburg

Zusammenfassung

Trotz intensiver Forschungsbemühungen ist die Ausprägung der einzelnen Arbeitsgedächtniskomponenten bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie weiterhin umstritten (Henry, 2012). Ziel des systematischen Reviews ist es deshalb, die Leistungen von Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, vor dem Hintergrund des Arbeitsgedächtnismodells von Baddeley (2012, 2000) systematisch aufzuarbeiten und auszuwerten. Auf Basis einer Literaturrecherche in deutsch- und englischsprachigen Datenbanken (ERIC, PsycInfo, PSYINDEX, FIS Bildung) wurden 16 durch ein Peer-Review-Verfahren geprüfte Artikel aufgenommen und ausgewertet. Die Ergebnisse deuten auf eine relative Schwäche in der phonologischen Schleife hin, widersprechen jedoch der Annahme einer relativen Stärke im visuell-räumlichen Notizblock. Die überwiegende Mehrzahl der verschiedenen Funktionen der zentralen Exekutive scheint dagegen dem mentalen Entwicklungsalter zu entsprechen. Neben der Auswertung des Arbeitsgedächtnisprofils werden auf Basis des systematischen Reviews Implikationen für Forschung und Praxis abgeleitet. Dazu gehören u. a. die Auswahl geeigneter Erhebungsinstrumente sowie der sonderpädagogische Umgang mit spezifischen Schwächen in der Arbeitsgedächtnisleistung.

Schlüsselwörter: Arbeitsgedächtnis, geistige Behinderung, Review, intellektuelle Behinderung, exekutive Funktionen

A systematic literature review of working memory in people with intellectual disabilities of non-specific etiology

Abstract

Despite intense research, performance in working memory tasks of people with intellectual disabilities of non-specific etiology is far from clear (Henry, 2012). The presented review systematically analyzes the performance of people with intellectual disabilities compared to mental or chronological age control groups in all areas of the working memory model by Baddeley (2000, 2012). A literature search for peer-reviewed articles in the databases ERIC, PsycInfo, PSYINDEX, FIS Bildung yielded 16 articles which met the inclusion criteria. Results indicate a relative impairment within the phonological loop but contradict

the presumption of a relative strength of the visuo-spatial sketchpad. However, the central executive demonstrates mostly MA-equivalent functionality. Besides the analysis of working memory components, the review gives implications for future research and practice. Among other things the choice of suitable assessment instruments and possible support for students with working memory challenges are discussed.

Keywords: working memory, intellectual disability, review, executive functions

Die Spezifika des Gedächtnisses bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung¹ zählen – zumindest im internationalen Forschungskontext – innerhalb der kognitiven Funktionen zu den am häufigsten untersuchten Bereichen (Vicari et al., 2016). Dies betrifft sowohl das Langzeit- (Lifshitz et al., 2011; Vicari, 2012) als auch das Kurzzeit- bzw. Arbeitsgedächtnis (Henry, 2012; Lifshitz et al., 2016; Jarrold & Brock, 2012). Während für bekannte genetische Syndrome wie Trisomie 21 und das Williams-Beuren-Syndrom zumindest mit Blick auf die auditive und visuelle Kurzzeitspeicherung größere Übereinstimmung in der Forschung besteht (Vicari et al., 2016), ist dies für die Personengruppe, deren sogenannte geistige Behinderung auf keine eindeutige Ursache zurückgeführt werden kann (unspezifische Ätiologie), trotz einer Vielzahl an Untersuchungen bisher nicht gelungen (Henry, 2012).

Obwohl das Verhältnis zwischen Arbeits- und Kurzzeitgedächtnis weiterhin diskutiert wird (Aben et al., 2012), dominiert das Mehrkomponentenmodell des Arbeitsgedächtnisses von Baddeley (2000, 2012) bzw. Baddeley und Hitch (1974) in der empirischen Forschung. Das Modell besteht aus vier Komponenten: der phonologischen Schleife (*articulatory* bzw. *phonological loop*), dem visuell-räumlichen Notizblock (*visuo-spatial sketchpad*), der zentralen Exekutive (*central executive*) und dem episodischen Puffer (*episodic buffer*; Baddeley, 2012; Baddeley & Logie, 2007). Die phonologische Schleife speichert kurz-

zeitig sprachgebundene Informationen. Sie gliedert sich in eine eher passive Speicherkomponente (*phonological store*) und einen subvokalen Wiederholungsprozess (*articulatory rehearsal process*; Baddeley, 2003). Im Gegensatz zum phonologischen Speicher, in dem sprachgebundene Informationen nur einige Sekunden behalten werden können, ermöglicht der subvokale Wiederholungsprozess die Aufrechterhaltung auditiver Informationen sowie eine auditive Rekodierung visueller Reize. Für die Verarbeitung räumlicher und visueller sowie möglicherweise auch kinästhetischer und taktiler Informationen ist der visuell-räumliche Notizblock zuständig. Logie (2011) unterscheidet hier zwischen einem visuellen Puffer (*visual cache*) für die Verarbeitung statisch-visueller Informationen und einem inneren Schreiber (*inner scribe*) für die Speicherung dynamisch-räumlicher Stimuli, der über eine Rehearsal-Komponente auch visuelle Informationen aufrechterhalten kann. Die übergeordnete Kontrolle der Aufmerksamkeit wird einer modalitätsunabhängigen zentralen Exekutive zugeschrieben (Snyder et al., 2015). Sie ist die bedeutsamste und komplexeste Komponente des Arbeitsgedächtnismodells – gleichzeitig jedoch laut Baddeley (2003) am wenigsten verstanden. Die zentrale Exekutive umfasst eine Reihe exekutiver Funktionen, ihre Anzahl, Organisation und Verbindung untereinander ist jedoch noch unklar (Baddeley, 2012). In der Arbeitsgedächtnisforschung wird die zentrale Exekutive meist durch die Fähigkeit, Informationen zu speichern und gleichzeitig

¹ Obwohl wir den vom Netzwerk People First Deutschland e. V. vorgeschlagenen Begriff der Lernschwierigkeiten bevorzugen, haben wir uns aus pragmatischen Gründen entschieden, den Begriff „geistige Behinderung“ zu nutzen und das „sogenannt“ davorzustellen. Eine Diskussion zum Terminus und seiner bedingten Eignung aus kognitionspsychologischer Sicht wird an anderer Stelle (Kehl, 2021) vorgenommen und soll hier daher nicht weiter thematisiert werden.

zu verarbeiten operationalisiert, was als exekutiv-aufgeladenes Arbeitsgedächtnis (*executive-loaded working memory* oder *updating*) bezeichnet wird (Bayliss et al., 2005; Brankaer et al., 2013). Andere der zentralen Exekutive zugeordnete Funktionen umfassen die Unterdrückung bzw. kognitive Hemmung irrelevanter, aber dominanter Antworten oder Reaktionen (*inhibition*), den Wechsel zwischen verschiedenen Anforderungen innerhalb einer Aufgabe (*switching/set shifting*), die simultane Bearbeitung von zwei Aufgaben (*dual task performance*) sowie Planungsfähigkeiten (*planning*) und die Verfügbarkeit von Informationen im Langzeitgedächtnis (*fluency*; Henry, 2012). Die ursprünglich angenommene Schnittstelle zwischen zentraler Exekutive und Langzeitgedächtnis schreibt Baddeley (2012) mittlerweile dem episodischen Puffer zu (Repovs & Baddeley, 2006). Der episodische Puffer ist zudem für die Darstellung modalitätsübergreifender Informationen aus der phonologischen Schleife und dem visuell-räumlichen Notizblock verantwortlich (Baddeley, 2012).

Die konzeptionelle Fassung des Arbeitsgedächtnisses und dessen Untersuchung ist aus unterschiedlichen Gründen von Bedeutung. Zum einen steht die Funktionsfähigkeit einzelner Komponenten in Zusammenhang mit schulischen Leistungen (Lifshitz et al., 2016; Schuchardt & Mähler, 2012; Seitz-Stein et al., 2012). In Studien mit 11- bis 12-jährigen Jugendlichen, die als geistig behindert bezeichnet werden, zeigten Henry und Winfield (2010), dass die phonologische Schleife ein bedeutsamer Prädiktor für die Lese/Rechtschreibfähigkeiten und die zentrale Exekutive für mathematische Leistungen ist. Zum anderen stellt die Bedienung von Hilfsmitteln der Unterstützten Kommunikation (UK) einen praktischen sonderpädagogischen Bereich dar, der spezifische Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis stellt (Thistle & Wilkinson, 2013).

Im deutschsprachigen Raum finden sich bei Sarimski (2003, 2013), Büttner et al. (2012), Pitsch und Limbach-Reich (2019)

sowie bei Kuhl et al. (2016) Hinweise über bestehende Spezifika in den Arbeitsgedächtnisleistungen von Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie. Im internationalen Forschungskontext liegen Zusammenfassungen des Forschungsstandes (u. a. Henry, 2012) sowie ein systematisches Review von Lifshitz et al. (2016) vor. Die im internationalen Raum weitgehend unbekannte Trennung zwischen der sogenannten geistigen Behinderung und der Lernbehinderung hat zur Folge, dass eine Reihe dort berücksichtigter Studien zum Teil deutlich über dem hierzu liegenden in der Forschung zum Personenkreis der Menschen mit sogenannter geistiger Behinderung genutzten IQ-Grenzwert 70/75 liegen (z. B. Cherry et al., 2002; Henry, 2008; van der Molen, 2009). Lifshitz et al. (2016) beziehen zudem auch explizit Studien ein, die sich auf Grenzfälle einer sogenannten geistigen Behinderung (*borderline intellectual disability*) beziehen und damit ebenfalls kaum dem Personenkreis entsprechen, der im deutschsprachigen Raum als „geistig behindert“ gilt. Die Ergebnisse einiger internationaler Studien beziehen sich aus deutschsprachiger Perspektive daher sowohl auf den Personenkreis der Menschen mit sogenannter geistiger Behinderung als auch derjenigen mit Lernbehinderung.

Im Wesentlichen lassen sich aus den dargestellten Publikationen (Henry, 2012; Kuhl et al., 2016; Lifshitz et al., 2016; Sarimski, 2013) folgende Hypothesen ableiten, die in dem vorliegenden Beitrag überprüft werden sollen:

Hypothese (1): Die phonologische Schleife stellt eine relative Schwäche dar, d. h. sie entspricht nicht der Funktionsfähigkeit, die man bei einer Person mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie aufgrund ihres mentalen Entwicklungsalters (MA) erwarten würde. Diese relative Schwäche ist durch ein spezifisches Defizit im subvokalen Wiederholungsprozess bedingt.

Hypothese (2): Der visuell-räumliche Notizblock ist eine relative Stärke oder zumindest entsprechend dem mentalen Entwicklungsalter ausgeprägt.

Hypothese (3): Das Funktionsniveau der zentralen Exekutive unterscheidet sich in Abhängigkeit der konkreten Operationalisierung. Die kognitive Hemmung (*inhibition*) stellt dabei eine relative Schwäche dar.

Ziel des systematischen Reviews ist nicht nur, eine Funktionseinschätzung der jeweiligen Komponenten vorzunehmen, sondern basierend auf den Ergebnissen von Lifshitz et al. (2016) auch Moderatorvariablen zur Erklärung der heterogenen Befundlage zu identifizieren und Befunde aufzudecken, die bedeutsame Implikationen für die Praxis liefern können.

Methoden

Suche und Auswahl der Beiträge

Grundlage des Literaturreviews bildete eine Datenbanksuche im Zeitraum vom 13.08.2019 bis 13.11.2019 in zwei überwiegend deutschsprachigen (FIS Bildung, PSYINDEX) und zwei englischsprachigen Datenbanken (ERIC, PsycInfo). Diese wurden systematisch auf Artikel mit Peer-Review-Verfahren zu Arbeitsgedächtnisbesonderheiten im Kontext sogenannter geistiger Behinderung ab dem Jahr 2000 anhand der in Tabelle 1 aufgeführten Begriffe durchsucht. Als Suchparameter wurden Publikationen seit 2000 gewählt, da hier die aktuellste Version des Arbeitsgedächtnismodells inklusive der Erweiterung mit dem episodischen Puffer publiziert wurde (Baddeley, 2000).

Die Suche erfolgte stets im Gesamttext (TX all Text bzw. Freitext) und wurde in zwei Schritten durchgeführt. (1) Eine allgemeine Suche mit den genannten Begriffen und (2), eine vertiefende Suche unter Verwendung der Bezeichnungen der spezifischen Komponenten des Arbeitsgedächtnismodells (Tabelle 1).

Wie in Abbildung 1 zu erkennen, ergab die Suche in den Datenbanken zunächst 4.278 Publikationen. Deren bibliographische Daten wurden exportiert und mithilfe von Citavi (Version 6.3) zusammengeführt. Dubletten wurden von der Software beim

Import automatisch aussortiert, wodurch 906 Beiträge übrigblieben. Zunächst wurden alle fehlenden Abstracts der Artikel ergänzt. Anschließend wurden diese inhaltlich durch die Verfasser des vorliegenden Artikels und eine Hilfskraft überprüft. Dabei wurden alle Texte ausgeschlossen, die keine Komponente des Arbeitsgedächtnisses untersuchten oder eine andere Zielgruppe (z. B. Kinder ohne Beeinträchtigung) fokussierten ($n = 634$). Die übriggebliebenen 272 Publikationen wurden anschließend mithilfe der Volltexte erneut geprüft. Die Entscheidung über die Aufnahme oder Ablehnung eines bestimmten Artikels wurde anhand folgender Kriterien getroffen.

Zielgruppe und Ätiologie: Die Studie musste mindestens zwei Personen mit einer sogenannten geistigen Behinderung unspezifischer Ätiologie umfassen ($IQ \leq 75$) (Schalock et al., 2010). Nicht berücksichtigt wurden Einzelfallanalysen, Studien über Personen mit $IQ > 75$, Teilleistungsstörungen, altersbedingte Erkrankungen (Demenz, Alzheimer etc.) und Autoimmunerkrankungen (Multiple-Sklerose etc.), Studien mit Teilnehmenden mit bekannten komorbiden Störungen (ADHS, Autismus Spektrum) oder mit spezifischen Syndromen (z. B. Williams-Beuren-Syndrom, Trisomie 21).

Studiendesign bzw. Studienziel: Aufgenommen wurden ausschließlich Originalstudien, in deren Rahmen eine Komponente des Arbeitsgedächtnisses im quasi-experimentellen Design empirisch untersucht wurde. Nicht berücksichtigt wurden Theorieartikel, Metaanalysen oder Sekundäranalysen ohne eigene Kontrollgruppe. Auch nicht berücksichtigt wurden Studien, deren Ergebnisse auf einer Fremdeinschätzung (z. B. Elternfragebogen) beruhten.

Insgesamt entsprachen 257 Artikel nicht den Kriterien und wurden ausgeschlossen. Abschließend wurden die Suchergebnisse anhand des Reviews von Lifshitz et al. (2016) auf nicht-identifizierte, aber den Kriterien entsprechende Studien geprüft. Anhand dieses Vorgehens konnten insgesamt 16 Studien aus der Literatur extrahiert werden.

Tabelle 1

Genutzte Suchbegriffe

Datenbank	Suchart	Suchbegriffe
FIS Bildung & PSYINDEX (deutschsprachig)	Allgemeine Suche	Geistig* Behinder*; intell* Beeinträchtigt*; kognitiv* Beeinträchtigt*; Intell* Behinder*; ...
	Spezielle Suche	Kurzzeitgedächtnis; zentrale Exekutive; phonologische Schleife; visuell räumlicher Notizblock; visuell-räumlicher Notizblock; episodischer Puffer
PsycInfo & ERIC (englischsprachig)	Allgemeine Suche	general learning dis*; Intellectual* disab*; ...
	Spezielle Suche	central executive; phonological loop; phonological short-term memory; phonological short-term store; phonological short term memory; phonological short term store; articulatory loop; visuo spatial sketchpad; visuo spatial working memory; visuo-spatial sketchpad; visuo-spatial working memory; visuospatial sketchpad; visuospatial working memory; episodic buffer; short term memory; short-term memory

Anmerkungen. Alle Datenbankzugänge über EBSCO-Host; in ERIC konnten keine verkürzten Suchbegriffe mit Sternchen genutzt werden; in der allgemeinen Suche wurden auch sämtliche Symptome in deutscher und in englischer Sprache in Anlehnung an Sarimski (2014) als Suchbegriffe genutzt, diese werden allerdings nicht im Rahmen dieser Publikation thematisiert

Analyse der ausgewählten Beiträge

Die Analyse der ausgewählten Beiträge orientierte sich am Zwei-Faktoren-Modell von Lifshitz et al. (2016). In diesem Modell wird zwischen moderierenden Faktoren aufseiten der Versuchspersonen sowie aufgabenbezogenen Moderatoren unterschieden (Abbildung 2). Zu den Merkmalen der Teilnehmenden, die die Leistung beeinflussen, gehören das chronologische Alter (CA) sowie das mentale Entwicklungsalter (MA).

Zu den Moderatoren in Bezug auf die Aufgabe zählen die spezifischen Untersuchungsinstrumente, mithilfe derer diese Komponenten gemessen werden (Aben et al., 2012). Basierend auf den Ergebnissen von Lifshitz et al. (2016) fügten wir einen studienbezogenen Moderator hinzu, der die Art der Parallelisierung anhand der Zuordnung zur Cattell-Horn-Carroll-Theorie (CHC-Theorie) der Intelligenz zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe beinhaltet. Nach der CHC-Theorie ist Intelligenz ein Konstrukt auf

mehreren Schichten, wobei zwischen einem generellen Faktor (ähnlich g nach Spearman – Schicht III), breiten Faktoren (z. B. generelle fluide Intelligenz Gf – Schicht II) und engen Faktoren (z. B. induktives Denken als Teilbereich der fluiden Intelligenz – Schicht I) unterschieden und damit eine Integration unterschiedlicher Intelligenztheorien vollzogen wird (Flanagan & Dixon, 2013).

Die Abgrenzung der jeweiligen Aufgaben ist in der empirischen Forschung nicht immer eindeutig, weshalb vorab typische Aufgabenformate zu den jeweiligen Arbeitsgedächtniskomponenten zugeordnet werden, die u. a. Aben et al. (2012) sowie Snyder et al. (2015) entnommen sind. Bei Unklarheiten der Aufgabenformate und deren Zuordnungen haben wir in weiterführender Literatur nach genaueren Beschreibungen gesucht und ggf. unsere Einschätzung revidiert (Abbildung 2).

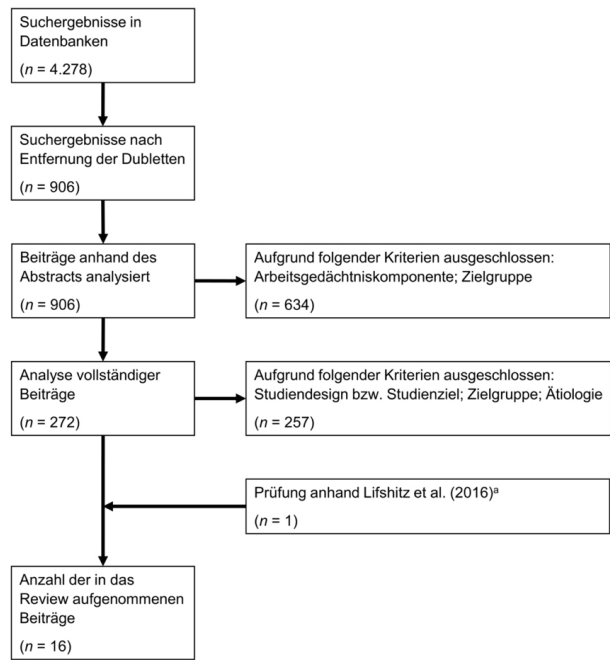


Abbildung 1. Flussdiagramm der Artikelidentifikation
Anmerkung. ^a Dadurch wurde die Studie von Henry (2001) ergänzt.

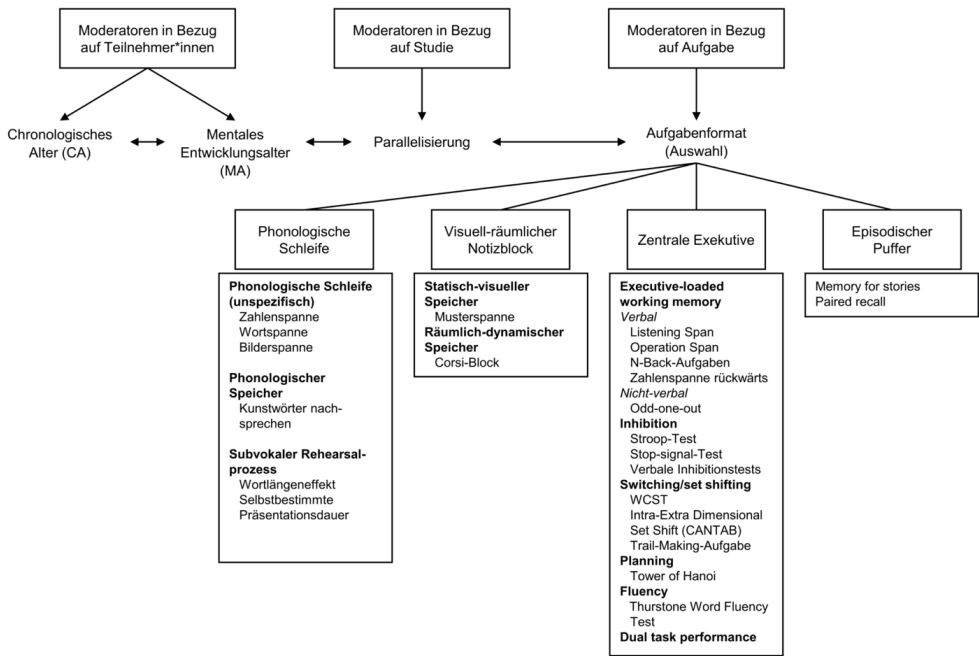


Abbildung 2. Moderatoren der Arbeitsgedächtnisleistung in Anlehnung an Lifshitz et al. (2016)

Ergebnisse

Tabelle 2 fasst die insgesamt 16 aufgenommenen Studien, die jeweiligen Ergebnisse und die darin untersuchten Moderatoren zusammen.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die absoluten und prozentualen Ergebnisse der untersuchten Arbeitsgedächtniskomponenten. Aufgrund der sehr unterschiedlichen Resultate und der höheren Anzahl an Untersuchungen im Vergleich zu den weiteren Gedächtniskomponenten werden nur für die phonologische Schleife Aufgabenformate, chronologisches Alter der Teilnehmenden und Parallelisierungsverfahren als mögliche Moderatoren der Arbeitsgedächtnisleistung aufgeschlüsselt.

Wir fokussieren in der nachfolgenden Darstellung den Vergleich mit dem mentalen Entwicklungsalter (MA), da dieses auf spezifische Stärken und Schwächen hinweist, die nicht auf die allgemeine kognitive Entwicklung zurückgeführt werden können. In den Studien wird das mentale Entwicklungsalter mithilfe von einzelnen Intelligenzkomponenten (vgl. Tabelle 2) bestimmt und zur Parallelisierung (*matching*) von Untersuchungs- und Kontrollgruppe genutzt. Mental gleich alte Personen können sich somit hinsichtlich ihres chronologischen Alters unterscheiden.

Die phonologische Schleife

In fast zwei Dritteln (64 %) der Gruppenvergleiche schneiden Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, schlechter ab als eine dem mentalen Entwicklungsalter entsprechende Kontrollgruppe. Demgegenüber berichten im Verhältnis zum chronologischen Alter 71 % der Vergleiche eine geringere Funktionsfähigkeit. Zwei Untersuchungen, die spezifisch den subvokalen Wiederholungsprozess untersucht haben, kommen zu gegensätzlichen Ergebnissen. Ein Wortlängeneffekt wurde nur in einem der zwei Gruppenvergleiche nachgewiesen.

Mit Blick auf das Aufgabenformat schneiden Personen mit sogenannter geistiger Behinderung bei der Bilderspanne und der Zahlenspanne in 50 %, bei der Kunstwörterspanne in 100 % der Fälle schlechter ab als eine mental vergleichbare Altersgruppe. In Gruppenvergleichen, bei denen die phonologische Schleife anhand der Wortspanne untersucht wurde, entspricht ihre Leistung jedoch in drei Viertel der Fälle dem mentalen Entwicklungsalter.

In Hinblick auf die unterschiedliche Parallelisierung in den Studien berichten bei einer anhand der fluiden Intelligenz (Gf) gebildeten Kontrollgruppe 25 % der Untersuchungen eine geringere Funktionsfähigkeit als in der Kontrollgruppe; wenn Gf und Gc (kristalline Intelligenz) gemeinsam für die Parallelisierung genutzt wurden, beträgt dieser Wert 67 %, bei (ausschließlich) Gc 100 %.

Wird das Alter in den Studien vor und nach dem Erreichen des mittleren Erwachsenenalters (35 Jahre) dichotomisiert, entspricht die Leistung der phonologischen Schleife bei Teilnehmenden mit sogenannter geistiger Behinderung, die im Durchschnitt älter als 35 Jahre sind, in 80 % mindestens dem mentalen Entwicklungsalter. Bei jüngeren Teilnehmenden beträgt dieser Wert lediglich 27 %.

Visuell-räumlicher Notizblock

Insgesamt wurden 13 Untersuchungen des visuell-räumlichen Notizblocks geprüft, davon entfallen 4 auf den statisch-visuellen und 9 auf die räumlich-dynamische Komponente. Mit Blick auf die statisch-visuelle Komponente kommen beide Gruppenvergleiche zu dem Ergebnis, dass deren Funktionsfähigkeit dem mentalen Entwicklungsalter entspricht. Im Vergleich zu ihrem chronologischen Alter schneiden Personen mit sogenannter geistiger Behinderung jedoch schlechter ab (100 %). Zwei Drittel der Untersuchungen, in denen die räumlich-dynamische Komponente im Vordergrund stand, berichten eine geringere Leistung,

Tabelle 2: Aufgenommene Studien und Ergebnisse

Studie	Alter (CA / MA) Zahl d. T.	IQ	Parallelisierung (Instrument)	Arbeitsgedächtniskomponente	Instrument	Modalität	Ergebnis
Bayliss et al., (2005) ^a	Ø 13;6 / 7;5 (SD - / -) n=50	28-70	MA – Gc (British Picture Vocabulary Scale II (BPVS-II))	Phonologische Schleife	Zahlenspanne		<MA
				Visuell-räumlicher Notizblock ▪ Räumlich-dynamisch			
				Zentrale Exekutive ▪ ELWM (Updating)	Complex span task Complex span task	v + v v + nicht-v	< MA = MA
Brankaer et al., (2013)	Ø 8;39 / - (SD 8;3 / -) n=31	55-75	CA / FA -mathematische Fähigkeiten (Tempo Test Arithmetic)	Phonologische Schleife	Zahlenspanne		< FA; < CA
				Visuell-räumlicher Notizblock ▪ Räumlich-dynamisch			
				Zentrale Exekutive ▪ ELWM (Updating)	Corsi-Block Zahlenspanne rückwärts		< FA; < CA v < FA; < CA
Carretti et al., (2010)	Ø 38;4 / 6;2 (SD 12;3 / 1;6) n=28	40-75	MA – Gf (Raven's Coloured Matrices)	Phonologische Schleife	Wortspanne		= MA
				Zentrale Exekutive ▪ ELWM (Updating)			
				▪ Dual task performance	Wortspanne rückwärts Selektive Wortspanne Wortliste, nur kleinste Objekte Wortliste + bei Tier klopfen	v + nicht-v	= MA = MA < MA < MA

Daniels- son et al., (2010) ^c	Ø 63,2 / - (SD 8,1 / -) n=46	<70 (Ø 62,8)	CA (zusätzlich: Alter, Ge- schlecht, Stichprobe, Bil- dungsabschluss, Bildungs- jahre)	Phonologische Schleife	Wortspanne	= / = CA
				Zentrale Exekutive		
				■ Planning	Tower of Hanoi	nicht-v = / = CA (Zeit) = / = CA (Anzahl der Züge) = / < CA (Anzahl inkorrekt Züge)
				■ Fluency	(A, fünf Buchstaben + M, Berufe + B, Tiere + fünf Buchstaben + S)	v < / < CA
				■ Dual task performance	Wortspanne + Karten nach Far- ben sortieren	v + nicht-v = CA < nur bei En- kodierung / = < nur bei Enkodierung sowie Enko- dierung und Test
Daniels- son et al., (2012)	Ø 13,2 / 7,4 (SD 1,2 / 1,6) n=22	<75	CA / MA - Gc und Gf (Subskalen der British Ability Scale II: Matrices, quantitative reasoning, word definition, verbal similarities)	Zentrale Exekutive		
				■ ELWM (Updating)	Listening/Reading Span Odd-one-out-Task	v nicht-v = MA; < CA < MA; < CA
				■ Planning	Delis-Kaplan-Sorting Test	v + nicht-v < MA; < CA
				■ Switching/set shifting	Category Fluency Switching CANTAB ID/ED	v nicht-v = MA; < CA = MA; < CA
				■ Inhibition	Verbale Inhibitionsaufgabe Motorische Inhibitionsaufgabe	v nicht-v < MA; < CA < MA; < CA
Hartmann et al., (2010)	Ø 9,67 / - (SD 1,39 / -) n=36	54-70	CA	■ Fluency	Buchstaben Kategorie Zeichnen	v v < MA; < CA = MA; < CA = MA; < CA
				Zentrale Exekutive		
				■ Planning	Tower of London	nicht-v < CA

Jarrold et al., (2002) ^{a,b}	Ø 11;1 / 5;1 (SD 2;0 / 1;3) n=19	32-70	MA – Gc (British Picture Vocabulary Scale II (BPVS-II))	Phonologische Schleife	Zahlenspanne	< MA (freier Abruf) = MA (Wiedererk.) < MA (freier Abruf) < MA (Wiedererk.)
					Zahlenspanne plus v + nicht-v	
				Visuell-räumlicher Notizblock		
				■ Räumlich-dynamisch	Corsi-Block	= MA (freier Abruf) < MA (Wiedererk.)
Oka, K. & Miura, T. (2006) ^a	Ø 21,1 / - (SD 3,0 / -) n=16	35-70	CA	Phonologische Schleife Zentrale Exekutive ■ Dual task performance	Zahlenspanne Kästchen ausfüllen + Zahlenspanne	< CA = CA (Verhältnis Leistung bei Einzelaufgabe zu Dual-Task-Leistung) v + nicht-v
Numminen et al., (2001)	Ø 49,88 / - (SD 3,76 / -) n=24	35-70	MA – Gf (Raven's Coloured Matrices)	Zentrale Exekutive ■ Planning	Tower of Hanoi	= MA (Gesamtscore) = MA (Extrazüge) = MA (selbst herbeigeführte Unterbrechungen) < MA (Anzahl der Versuche) < MA (Anzahl der Regelverletzungen)
Numminen et al., (2002)	Ø 49,88 / - (SD 3,76 / -) n=24	35-70	MA – Gf (Raven's Coloured Matrices)	Phonologische Schleife	Zahlenspanne Kunstwörterspanne	= MA < MA
				Visuell-räumlicher Notizblock ■ Räumlich-dynamisch	Corsi-Block	< MA
				Zentrale Exekutive ■ ELWM (Updating)	Zahlenspanne rückwärts v	= MA

Poloczek et al., (2016)	Ø 14;8 / - (SD 1,4 / -) n=90	55-75	MA – Gf (Raven's Coloured Matrices)	Phonologische Schleife ▪ Subvokaler Wiederholungsprozess	Picture memory task	nicht-v	= MA Wortlän-geneffekt = MA
Rosenquist et al., (2003)	Ø 14.62 / 8,08 (SE 0.35 / 0,2) n=19	55-70	FA (Verbale und visuelle Kurzzeitgedächtnisspan-ne)	Phonologische Schleife ▪ Subvokaler Wiederholungsprozess	Wortspanne		Kein Wortlän-geneffekt
				Visuell-räumlicher Notizblock ▪ Visuell-statisch ▪ Räumlich-dynamisch	Komplexe visuelle Spanne		> FA Visueller Komplexi-tätseffekt
Van der Molen et al., (2010)	Ø 15,1 / 9,8 (SD 1,0 / 0,9) n=39	55-75	CA / MA – Gc, Gq, Gsm und Gv (WISC-III)	Phonologische Schleife	Zahlenspanne Kunstwörterspanne		= MA; < CA < MA; < CA
				Visuell-räumlicher Notizblock ▪ Räumlich-dynamisch	Block Recall (ähnlich Corsi-Block) (visuelle) Musterspanne		< MA; < CA
				▪ Visuell-statisch			= MA; < CA
				Zentrale Exekutive ▪ ELWM (Updating)	Listening Recall (Span) Zahlenspanne rückwärts Odd-one-out	v v nicht-v	< MA; < CA = MA; < CA = MA; < CA

Anmerkungen. Es wird nur die Stichprobengröße der Teilnehmer*innen mit sogenannter geistiger Behinderung berichtet; in der Spalte Parallelisierung erfolgt die Beschreibung der Intelligenzkomponente für das mentale Entwicklungsalter (MA) auf Basis der CHC Theorie (Flanagan & Dixon, 2013). Zur Absicherung eigener Zuordnungen wurde hierzu zusätzliche Literatur genutzt (Flanagan 2000; Hill, 2005; Cordero & Renner, 2020); SD: Standardabweichung, SE: Standardfehler (standard error); MA: Mentales Entwicklungsalter (chronological age), CA: Chronologisches Alter (chronological age), FA: Fähigkeittsalter; Gc: Kristalline Intelligenz, Gf: Fluide Intelligenz, Gq: Quantitatives Wissen, Gsm: Kurzzeitgedächtnis, Gv: Visuelle Verarbeitung; ELWM: Executive-loaded working memory

^a Studien treffen keine explizite Aussage in Bezug auf einen Ausschluss spezifischer Syndrome aus der Stichprobe. ^b Gruppenunterschiede wurden von SK mit Hilfe eines t-Tests für unabhängige Stichproben unter Annahme der Normalverteilung und Varianzgleichheit der Werte sowie eines α von 5% (zweiseitig) geprüft.

^c Mehrere Untersuchungszeitpunkte.

Tabelle 3: Ergebnis nach Anzahl der Einzelgruppenvergleiche (nicht Studien)

Komponente	Ergebnisse		Gesamt MA	Ergebnisse		Gesamt CA	Gesamt
	< MA	= MA		< CA	= CA		
Phonologische Schleife	9 (64 %)	5 (36 %)	14	5 (71 %)	2 (29 %)	7	21
Visuell-räumlicher Notiz- block							13
Statisch-visuell	-	2 (100 %)	2	2 ^a (100 %)	-	2	4
Räumlich-dynamisch	4 (67 %)	2 (33 %)	6	3 ^a (100 %)	-	3	9
Zentrale Exekutive							59
ELWM (Updating)	4 (29 %)	10 (71 %)	14	4 (100 %)	-	4	18
Planning	3 (50 %)	3 (50 %)	6	3 (38 %)	5 (62 %)	8	14
Switching/set shifting	-	2 (100 %)	2	2 (100 %)	-	2	4
Inhibition	2 (100 %)	-	2	2 (100 %)	-	2	4
Fluency	1 (25 %)	3 (75 %)	4	6 (100 %)	-	6	10
Dual task performance	1 (33 %)	2 (67 %)	3	3 (50 %)	3 (50 %)	6	9
Episodischer Puffer	-	2 (100 %)	2	2 (100 %)	-	2	4

Anmerkungen. MA: Mentales Entwicklungsalter (mental age); CA: Chronologisches Alter (chronological age); ELWM: Executive-loaded working memory
^a Bei Henry (2001) erfolgt nur eine gemeinsame Auswertung der statisch-visuellen und der räumlich-dynamischen Komponente. Der Vergleich ist hier jedes Mal berücksichtigt.

als das mentale Alter der Teilnehmenden erwarten ließe; in 100 % der Fälle war deren Funktionsfähigkeit bei Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, außerdem geringer als bei Teilnehmenden mit demselben chronologischen Alter.

Zentrale Exekutive

Die Ergebnisse der zentralen Exekutive unterscheiden sich je nach ihrer Operationalisierung. Im exekutiv-aufgeladenen Arbeitsgedächtnis (*executive-loaded working memory/updating*) zeigen 29 % der Untersuchungen eine geringere Leistung von Personen mit sogenannter geistiger Behinderung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe mit demselben mentalen Entwicklungsalter. Hinsichtlich der Modalität (verbal vs. nicht-verbal) fällt die Leistung der Teilnehmenden mit sogenannter geistiger Behinderung in 78 % der Untersuchungen, in denen sprachgebundene Erhebungsinstrumente

eingesetzt wurden, entsprechend ihrem mentalen Entwicklungsalter aus. Bei nicht-verbalen Aufgabentypen beträgt dieser Wert 75 %. Werden Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, anhand des chronologischen Alters verglichen, schneiden sie jedoch in allen Untersuchungen des exekutiv-aufgeladenen Arbeitsgedächtnisses schlechter ab. Dies gilt auch für die Bereiche des Anforderungswechsels (*switching/set shifting*), der Verfügbarkeit von Informationen im Langzeitgedächtnis (*fluency*) und der kognitiven Hemmung (*inhibition*). Anders verhält es sich im Vergleich zum mentalen Entwicklungsalter. Beim Anforderungswechsel entspricht ihre Leistung dem mentalen Entwicklungsalter (100 %), im Bereich der kognitiven Hemmung nicht (0 %) und bei der Verfügbarkeit von Informationen im Langzeitgedächtnis in 75 % der Gruppenvergleiche. Bei der Planungskomponente (*planning*) sind die Ergebnisse im Vergleich zum mentalen Entwicklungs-

alter geteilt (50 %), während knapp zwei Drittel (62 %) der Untersuchungen eine dem chronologischen Alter entsprechende Leistung bei Teilnehmenden mit sogenannter geistiger Behinderung berichten. Ebenfalls geteilt (50 %) sind die Ergebnisse beim simultanen Bearbeiten von zwei Aufgaben (*dual task performance*) in Hinblick auf das chronologische Alter; dem mentalen Entwicklungsalter entsprechend fallen 67 % der Gruppenvergleiche aus.

Episodischer Puffer

Die einzige in das Review aufgenommene Studie (Henry, 2010), die sich mit dem episodischen Puffer beschäftigte, berichtet eine dem mentalen (100 %), jedoch nicht dem chronologischen Alter entsprechende Leistung.

Diskussion

Auf Basis unserer Ergebnisse lässt sich die Hypothese (1), dass es sich bei der phonologischen Schleife um eine relative Schwäche von Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie handelt, bedingt bestätigen. Unter Berücksichtigung der beiden Gruppenvergleiche, die eine Übereinstimmung mit dem chronologischen Alter zum Ergebnis hatten, legt eine Mehrheit von 56% eine solche Schlussfolgerung nahe. Studien, bei denen keine Unterschiede in der Leistung zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe gefunden wurden, zeichnen sich zum Teil durch sehr genaue Parallelisierungsverfahren aus, die bestehende Unterschiede zwischen den Gruppen überdecken könnten. So könnte in der Studie von Danielsson et al. (2010) die Parallelisierung dazu geführt haben, dass selektiv nur solche Kontrollproband*innen ausgewählt werden konnten, die eine unterdurchschnittliche Leistungsfähigkeit der phonologischen Schleife aufweisen.

Hinsichtlich weiterer moderierender Variablen zur Erklärung der heterogenen Be-

funde deutet sich an, dass Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, bei Aufgaben zur Überprüfung der Wortspanne besser abschneiden als bei anderen Formaten (z. B. Zahlenspanne, Kunstwörterspanne, Bilderspanne). Hier stützten möglicherweise Langzeitgedächtnisinhalte die phonologische Schleife (Henry, 2010; Jarrold & Brock 2012). Auch das jeweilige Parallelisierungsverfahren hat Einfluss auf die Ergebnisse. Hierbei bestätigt unser Review die Darstellung von Lifshitz et al. (2016), wonach bei Studien, in denen mithilfe fluiden Intelligenz (Gf) parallelisiert wurde, die Leistung von Untersuchungs- und Kontrollgruppe eher einander entsprachen. Auch das chronologische Alter scheint eine wichtige Rolle zu spielen. Von den insgesamt fünf Messungen der phonologischen Schleife bei Personen, deren Durchschnittsalter über 35 Jahre lag, entsprachen vier mindestens dem mentalen Entwicklungsalter. Möglicherweise bietet die längere Lebenserfahrung mehr Gelegenheiten zum Aufbau von Langzeitgedächtnisinhalten, die die Funktionsfähigkeit der phonologischen Schleife über die Bildung von Assoziationen und Vertrautheit verbessern (Henry, 2010).

Einen empirisch fundierten Erklärungsrahmen für diese Ergebnisse bietet aktuell die *Compensation Age Theory* (CAT) von Lifshitz (2020), wonach sich die Bedeutung des chronologischen Alters bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung durch einen von der Durchschnittsentwicklung abweichenden, kompensatorischen Entwicklungsverlauf kognitiver Fähigkeiten beschreiben lässt. Beispielsweise gibt es erste Hinweise darauf, dass einzelne Bereiche, die der fluiden Intelligenz zugerechnet werden können, später ihr Entwicklungsplateau erreichen als in der Durchschnittsbevölkerung (Kaufman, 2001).

Schließlich kommen die zwei untersuchten Studien mit Blick auf die Frage nach einem besonderen Strategie- bzw. Rehearsaldefizit im Kontext des subvokalen Wiederholungsprozesses zu unterschiedlichen Ergebnissen, sodass hier keine abschlie-

ßende Einschätzung vorgenommen werden kann.

(2) Die vielleicht eindeutigsten Ergebnisse im Rahmen des Reviews finden sich in Hinblick auf die Funktionsfähigkeit des visuell-räumlichen Notizblocks. Die Annahme einer relativen Stärke dieser Komponente (Kuhl et al., 2016; Büttner et al., 2012) muss dabei zurückgewiesen werden, da bei keiner aufgenommenen Studie die Leistung von Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, die Ergebnisse der Vergleichsgruppen (gleiches mentales Entwicklungsalter) übersteigt. Die Persistenz dieser Position könnte evtl. durch die Generalisierung syndromspezifischer Besonderheiten, z. B. die Stärke der Verarbeitung visueller Informationen bei Menschen mit Trisomie 21 (Frenkel & Bourdin, 2009), erklärt werden.

Interessanterweise legen die Ergebnisse eine Dissoziation zwischen der statisch-visuellen und der räumlich-dynamischen Komponente nahe, was die Ergebnisse von Lifshitz et al. (2016) bestätigt. Alle Vergleiche zwischen Personen mit sogenannter geistiger Behinderung und einer Kontrollgruppe gleichen mentalen Entwicklungsalters zeigen keine signifikanten Unterschiede in der statisch-visuellen Dimension des visuell-räumlichen Notizblocks. In fast drei Viertel (71 %) der Vergleiche, die die räumlich-dynamische Subkomponente untersuchten, schnitten die Teilnehmenden mit sogenannter geistiger Behinderung jedoch schlechter ab. Dies spricht für eine deutliche Unterscheidung zwischen den beiden Subkomponenten und gegen die von Büttner et al. (2012) zitierten Befunde, wonach gerade die räumlich-dynamische Subkomponente eine relative Stärke darstellen sollte. Zumindest für eine der beiden dort zitierten Studien lässt sich dieser Unterschied methodisch aufklären: Bei Rosenquist et al. (2003) wurden Vergleichs- und Kontrollgruppe zunächst anhand der visuellen Kurzzeitgedächtnisspanne parallelisiert, sodass nicht die Funktionsfähigkeit der räumlich-dynamischen Subkomponente allgemein, son-

dern spezifisch der Rehearsalkomponente des inneren Schreibers untersucht wurde.

(3) Die Resultate des Reviews bestätigen sowohl die zusammenfassende Darstellung von Henry (2012) als auch die Ergebnisse des Reviews von Lifshitz et al. (2016). Demnach handelt es sich bei der zentralen Exekutive nicht um eine relative Schwäche, sondern ihre Funktionsfähigkeit muss in Abhängigkeit der jeweiligen Operationalisierung betrachtet werden.

Die Ergebnisse unseres Reviews zeigen eine mehrheitlich dem mentalen Entwicklungsalter entsprechende Leistung in der Verfügbarkeit von Informationen im Langzeitgedächtnis (fluency) (75%), der simultanen Bearbeitung von zwei Aufgaben (dual task performance) (67%) und beim exekutiv-aufgeladenen Arbeitsgedächtnis (executive loaded working memory/updating) (>70%). Im Bereich der Planung (planning) sind die Ergebnisse geteilt (50%). Bei Aufgaben zum exekutiv-aufgeladenen Arbeitsgedächtnis gilt dies unabhängig von der untersuchten Modalität. Inwieweit hier – wie von Lifshitz et al. (2016) argumentiert – auch die kognitive Belastung (*cognitive load*) eine Rolle spielt, ist kaum aufzuklären, da nur eine Studie (Carretti et al., 2010) diese systematisch variierte. Die berichteten Ergebnisse lassen eine im Vergleich zum mentalen Entwicklungsalter schwächere Leistung von Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, bei Aufgaben mit hoher kognitiver Belastung vermuten. Im Gegensatz zu Lifshitz et al. (2016) zeigt sich jedoch auch bei den beiden in das Review einbezogenen Untersuchungen zum Anforderungswechsel (*switching/set shifting*) keine Besonderheit im Vergleich zum mentalen Entwicklungsalter. Es liegen im Rahmen des Reviews einzig in Bezug auf die kognitive Hemmung (*inhibition*) Befunde vor, die hier eine relative Schwäche vermuten lassen. Die besondere Schwierigkeit in der Hemmung irrelevanter Reaktionen wird von der einschlägigen Literatur fast übereinstimmend als Besonderheit angeführt (Kuhl et al., 2016; Pitsch & Limbach-Reich, 2019; Lifshitz et al., 2016;

Sarimski, 2013) und korrespondiert auch mit anderen Ergebnissen im Rahmen des Reviews. Beispielsweise berichteten Danielsson et al. (2012) sowie Numminen et al. (2001) eine höhere Anzahl inkorrektur Züge bzw. Regelverletzung im Tower of Hanoi Test. Im Rahmen der (neuro-)psychologischen Erforschung kognitiver Prozesse bei Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, lässt sich die These einer beeinträchtigten Fähigkeit zur kognitiven Hemmung mindestens bis zu Lurija (1963) zurückverfolgen. Ein aktueller Erklärungsansatz kann dagegen aus der weiter oben bereits kurz erläuterten CHC Theorie der Intelligenz abgeleitet werden (Flannagan & Dixon, 2013; Schneider & McGrew, 2018). Jewsbury et al. (2016) berichten dazu empirische Befunde, wonach sich die kognitive Hemmung (*inhibition*) nicht vom Faktor Gs (Verarbeitungsgeschwindigkeit) abtrennen lässt. Da die Inspektionszeit als Maß für die Verarbeitungsgeschwindigkeit bei Personen mit sogenannter geistiger Behinderung länger ausfällt, als ihr mentales Entwicklungsalter erwarten ließe (Sarimski, 2003, 2013), könnte die spezifische Schwäche in der kognitiven Hemmung mit der verringerten Verarbeitungsgeschwindigkeit zusammenhängen.

Limitation und Implikationen für Forschung und Praxis

Das Vorgehen bei einem systematischen Review hat Grenzen in Bezug auf die Aussagekraft. Zunächst können methodische Unterschiede in den Studien nur im Rahmen der allgemeinen Inklusions-/Exklusionskriterien berücksichtigt werden. Diese Problematik wird anhand der Untersuchung des subvokalen Wiederholungsprozesses deutlich: Die zwei inkludierten Studien kommen hier zu unterschiedlichen Ergebnissen, jedoch vermeidet die aktuellere Untersuchung von Poloczec et al. (2016) einige methodische Schwierigkeiten der älteren Vergleichsstudie (Rosenquist et al., 2003) mit Blick

auf die Validität des Wortlängeneffekts. Es könnte also angenommen werden, dass die von Poloczec et al. (2016) berichteten Ergebnisse eine stärkere ökologische Validität aufweisen. Ein weiterer Aspekt, der zur vorsichtigen Interpretation der Ergebnisse aufruft, ist statistischer Natur. Die Einordnung der Funktionsfähigkeit des Arbeitsgedächtnisses basiert allgemein auf der Prüfung statistisch signifikanter Mittelwertunterschiede mit einer mental oder chronologisch vergleichbaren Altersgruppe. Sind diese Unterschiede nicht signifikant, wird auf eine der Vergleichsgruppe entsprechende Leistung von Personen mit sogenannter geistiger Behinderung geschlossen. Hier können jedoch auch andere Einflüsse, wie die meist geringe Größe der Stichprobe (Einfeld & Hall, 1994), die Ergebnisse verzerren.

Infolge der strengeren Inklusionskriterien mit Blick auf die IQ-Wertgrenzen, wurde eine vergleichsweise geringe Zahl von Studien in das vorliegende Review aufgenommen, sodass beispielsweise die Untersuchungen der kognitiven Hemmung (*inhibition*) und des Anforderungswechsels (*switching/set shifting*) auf nur einer Studie basieren.

Auf eine weitere Schwierigkeit mit Blick auf die Parallelisierung von Untersuchungs- und Kontrollgruppe machen Jarrold und Brock (2012) aufmerksam: Durch die Parallelisierung anhand unterschiedlicher Komponenten von Intelligenz (z. B. Fluide Intelligenz - Gf) können bestehende Gruppenunterschiede übersehen werden. Wenn beispielsweise angenommen wird, dass Defizite im Arbeitsgedächtnis Einfluss auf die Entwicklung der Intelligenz nehmen, werden diese Unterschiede durch die Parallelisierung nach Gf künstlich eingeebnet. Für eine solche Kritik sprechen auch empirische Befunde, wonach gerade Leistungen im exekutiv-aufgeladenen Arbeitsgedächtnis sehr hoch mit Gf korrelieren (van Aken et al., 2016).

Auch muss bedacht werden, dass die Messung des mentalen Entwicklungsalters der Experimental- und Kontrollgruppen in

den Studien auf Basis sehr unterschiedlicher Verfahren durchgeführt wurde und nur Teilkomponenten von Intelligenz berücksichtigt (meistens Gf oder Gc, oder Gf und Gc). Zudem bestehen teilweise Überschneidungen mit dem Arbeitsgedächtnismodell, weil vereinzelt zur Parallelisierung Tests eingesetzt werden, die bereits in Untertests Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis beinhalten (z. B. WISC-III bei van der Molen et al., 2010).

Neben den Limitationen mit Blick auf die in das Review aufgenommenen Studien lassen sich eine Reihe grundlegender Diskussionspunkte für die weitere Forschung aufwerfen. Fraglich ist beispielsweise, weshalb bei der expliziten Untersuchung von Personen mit sogenannter geistiger Behinderung unspezifischer Ätiologie auch vereinzelt Personen mit genetischen Syndromen einbezogen werden (Schuchardt et al., 2010). Auch der weitere Lebens- und Wohnraum ist möglicherweise von Bedeutung: So zeigen ältere Studien häufiger spezifische Defizite von Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden, in den exekutiven Funktionen, was auch mit den eingeschränkten Möglichkeiten der Entwicklung von Planungs- und Problemlösefähigkeiten in den zu der Zeit dominierenden stationären Wohnformen zusammenhängen kann (Henry, 2012, S. 177). Auch die Wahl des Untersuchungsinstruments muss überlegt erfolgen. Dies lässt sich exemplarisch anhand der phonologischen Schleife zeigen, wo erhebliche methodische Unterschiede zwischen der Anwendung einer (non-verbalen) Bilderspanne (Poloczec et al., 2016) und der ‚traditionellen‘ Zahlen- oder Wortspanne bestehen. Dass Forschende jedoch mitunter nicht die exakt gleichen kognitiven Funktionen erheben, selbst wenn sie dieselben Aufgabenformate wählen, verdeutlicht die Studie von Numminen et al. (2002) anhand der Zahlenspanne: Da die Zahlwörter im Finnischen häufig aus mehreren Silben bestehen, wird mit der Zahlenspanne möglicherweise viel eher die reine Speicherkomponente der phonologischen Schleife überprüft und potenzielle Unterschiede im

subvokalen Wiederholungsprozess wirken sich weniger auf die Ergebnisse aus.

Die heterogene Befundlage der Arbeitsgedächtnisleistungen infolge der sehr vielen unterschiedlichen Moderatoren macht aus Sicht der Verfasser zudem deutlich, dass ein einheitlicheres Vorgehen in der zukünftigen Forschung zur besseren Vergleichbarkeit wünschenswert wäre. Dies betrifft vor allem die empirische Überprüfung einzelner Arbeitsgedächtniskomponenten. Miyake und Friedman (2012) sowie Snyder et al. (2015) diskutieren beispielsweise unterschiedliche Aufgabenformate und geben einen Überblick über spezifische und weniger spezifische Verfahren. Unspezifische Maße wie der Stroop-Test für die kognitive Hemmung (*inhibition*) sollten überdacht werden, da sie weit mehr als inhibitorische Fähigkeiten überprüfen (task-impurity-problem). In diesem Fall betrifft dies beispielsweise die Verarbeitungsgeschwindigkeit, sprachliches Wissen oder die Geschwindigkeit des Abrufs aus dem Langzeitgedächtnis.

Eine Vereinheitlichung der Forschungsmethoden würde auch den Weg für aussagekräftige Replikationen ebnen, die aufgrund der heterogenen Befundlage dringend notwendig erscheinen.

Für die (schulische) Praxis ergeben sich aus den Ergebnissen des Reviews ebenfalls wichtige Schlussfolgerungen. Die zumindest bedingt bestätigte relative Schwäche in der phonologischen Schleife verdeutlicht die Notwendigkeit klarer, knapper und den sprachlichen Voraussetzungen der Schüler und Schülerinnen angemessener Arbeitsaufträge im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Ausschließlich verbal formulierte Aufgabenstellungen bergen die Gefahr, die Speicherkapazitäten der Schülerschaft schnell zu übersteigen. Ohne Zweifel sind visuelle Hilfsmittel eine wichtige Unterstützung für das Verständnis, allerdings weisen die Ergebnisse des Reviews darauf hin, dass komplexe visuelle Darstellungen, die einer umfassenden Orientierung bedürfen, problematisch für die Schülerschaft im Förderschwerpunkt sein können. Hier gilt es also

ebenfalls komplexitätsreduzierende und eindeutige Darstellungen zu nutzen. Als besondere Schwäche im Bereich der zentralen Exekutive wurde die kognitive Hemmung (*inhibition*) bestätigt. Eine effektive Methode, die dieser relativen Schwäche entgegenwirken kann, ist das Selbstinstruktionstraining (Lauth et al., 2004). Basierend auf der theoretischen Konzeption zur verhaltenssteuernden Funktion der Sprache im Kontext der kulturhistorischen Schule (Lurija, 1963; Lurija & Yoduvic, 1977) lernen die Schüler und Schülerinnen angeleitet durch eine andere Person sich über in inneres Sprechen übergegangene Instruktionen selbst anzuleiten. Die Unterschiede in den Leistungen der phonologischen Schleife zwischen jüngeren und älteren Teilnehmenden mit sogenannter geistiger Behinderung unterstützt die Annahme, dass sich ihre kognitive Entwicklung stärker als bei durchschnittlich entwickelten Personen bis ins mittlere Erwachsenenalter fortsetzen kann (Lifshitz, 2020). Eine mögliche Konsequenz daraus könnte die systematische Ausweitung von Bildungs- und Lernprozessen auf die gesamte Lebensspanne sein. Ernüchternde Befunde zu den Entwicklungsfortschritten mathematischer Fähigkeiten zwischen der Mittel- und Oberstufe im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung zeigen exemplarisch, dass in der Adoleszenz mitunter nur begrenzte Entwicklungszuwächse zu verzeichnen sind (Garrote et al., 2015). Hier gilt es nun, neue Konzepte und Herangehensweisen zu erarbeiten.

Literaturverzeichnis

Aben, B., Stapert, S. & Blokland, A. (2012). About the Distinction between Working Memory and Short-Term Memory. *Frontiers in Psychology*, 3, Article 301. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00301>

Baddeley, A. (1996). Exploring the Central Executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/713755608>

Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>

Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. *Psychology of Learning and Motivation*, 8(4), 47–89. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)

Baddeley, A. D. & Logie, R. H. (2007). Working memory: The multiple-component model. In A. Miyake (Hrsg.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (S. 28–61). Cambridge University Press.

Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)

Baddeley, A. D. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829–839. <https://doi.org/10.1038/nrn1201>

Bayliss, D. M., Jarrold, C., Baddeley, A. D. & Leigh, E. (2005). Differential constraints on the working memory and reading abilities of individuals with learning difficulties and typically developing children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 92(1), 76–99. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.04.002>

Brankaer, C.; Ghesquière, P.; de Smedt, B. (2013): The development of numerical magnitude processing and its association with working memory in children with mild intellectual disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 34(10), 3361–3371. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.07.001>

Büttner, G., Poloczek, S. & Schuchardt, Kirsten & Mähler, Claudia. (2012). Arbeitsgedächtnis bei Kindern und Jugendlichen mit Intelligenzminderung. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses: Tests und Trends* (S. 95–112). Hogrefe.

- Carretti, B., Belacchi, C. & Cornoldi, C. (2010). Difficulties in working memory updating in individuals with intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 337–345. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01267.x>
- Chein, J. M., Moore, A. B. & Conway, A. R. A. (2011). Domain-general mechanisms of complex working memory span. *NeuroImage*, 54(1), 550–559. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.07.067>
- Cherry, K. E., Applegate, H. & Reese, C. M. (2002). Do adults with mental retardation show pictorial superiority effects in recall and recognition? *Research in Developmental Disabilities*, 23(2), 135–148. [https://doi.org/10.1016/S0891-4222\(02\)00091-4](https://doi.org/10.1016/S0891-4222(02)00091-4)
- Cordero Donoso, P. & Renner, G. (2020). *Testinformation zu den Raven's 2. Deutsche Fassung der Raven's 2 Progressive Matrices – Clinical Edition (Dia-Info-Verfahrensinformationen 007-01)*. Pädagogische Hochschule Ludwigsburg.
- Danielsson, H., Henry, L., Messer, D. & Rönnerberg, J. (2012). Strengths and weaknesses in executive functioning in children with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 33(2), 600–607. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.11.004>
- Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J. & Nilsson, L.-G. (2010). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1299–1304. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.07.012>
- Einfeld, S. L. & Hall, W. (1994). When is a behavioural phenotype not a phenotype? *Developmental Medicine and Child Neurology*, 36(5), 467–470. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1994.tb11874.x>
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R. & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336>
- Flanagan, D. P. (2000). Wechsler-based CHC cross-battery assessment and reading achievement: Strengthening the validity of interpretations drawn from Wechsler test scores. *School Psychology Quarterly*, 15(3), 295–329.
- Flanagan, D. P. & Dixon, S. G. (2013). The Cattell-Horn-Carroll Theory of Cognitive Abilities. In C. R. Reynolds, K. J. Vannest & E. Fletcher-Janzen (Hrsg.), *Encyclopedia of Special Education*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118660584.ese0431>
- Frenkel, S. & Bourdin, B. (2009). Verbal, visual, and spatio-sequential short-term memory: Assessment of the storage capacities of children and teenagers with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research Special*, 53(2), 152–160. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01139.x>
- Garrote, A., Moser Opitz, E. & Ratz, C. (2015). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Eine Querschnittstudie. *Empirische Sonderpädagogik*, 7(1), 24–40.
- Hartman, E., Houwen, S., Scherder, E. & Vischer, C. (2010). On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(5), 468–477. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01284.x>
- Henry, L. A. (2001). How does the severity of a learning disability affect working memory performance? *Memory*, 9(4-6), 233–247. <https://doi.org/10.1080/09658210042000085>
- Henry, L. (2008). Short-term memory coding in children with intellectual disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, 113(3), 187–200. [https://doi.org/10.1352/0895-8017\(2008\)113\[187:SMCICW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1352/0895-8017(2008)113[187:SMCICW]2.0.CO;2)

- Henry, L. (2010). The episodic buffer in children with intellectual disabilities: an exploratory study. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1609–1614. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.04.025>
- Henry, L. (2012). *The development of working memory in children*. Sage.
- Henry, L. A. & MacLean, M. (2002). Working memory performance in children with and without intellectual disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, 107(6), 421–432. [https://doi.org/10.1352/0895-8017\(2002\)107<0421:WMPICW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1352/0895-8017(2002)107<0421:WMPICW>2.0.CO;2)
- Henry, L. & Winfield, J. (2010). Working memory and educational achievement in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 354–365. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01264.x>
- Hill, V. (2005). Through the past darkly: a review of the British Ability Scales Second Edition. *Child and Adolescent Mental Health*, 10(2), 87–98.
- Jarrold, C. & Brock, J. (2012). Short-term memory and working memory in mental retardation. In J. A. Burack, R. M. Hodapp, G. Iarocci & E. Zigler (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Intellectual Disability and Development* (S. 109–124). Oxford University Press.
- Jarrold, C., Baddeley, A. D. & Phillips, C. E. (2002). Verbal short-term memory in Down syndrome: A problem of memory, audition, or speech? *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 45(3), 531–544. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2002/042\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2002/042))
- Jewsbury, P. A., Bowden, S. C. & Strauss, M. E. (2016). Integrating the switching, inhibition, and updating model of executive function with the Cattell-Horn-Carroll model. *Journal of Experimental Psychology*, 145(2), 220–245. <https://doi.org/10.1037/xge0000119>
- Karmiloff-Smith, A. & Farran, E. K. (2012). Williams syndrome: A model for the neuroconstructivist approach. In E. K. Farran & A. Karmiloff-Smith (Hrsg.), *Neurodevelopmental disorders across the lifespan: A neuroconstructivist approach* (S. 1–12). Oxford University Press.
- Kaufman, A. S. (2001). WAIS-III IQs, Horn's theory, and generational changes from young adulthood to old age. *Intelligence*, 29(2), 131–167. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(00\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(00)00046-5)
- Kehl, S. (2021). Kognitionspsychologische Überlegungen zur begrifflichen Umschreibung von Personen, die als geistig behindert bezeichnet werden. *Sonderpädagogische Förderung heute*, 66(2), 196–206.
- Kuhl, J., Hecht, T. & Euker, N. (2016). Grundprinzipien des Unterrichts und der Förderung von Kindern und Jugendlichen mit intellektueller Beeinträchtigung - Entwicklungs-, Ressourcen- und Lebensweltorientierung. In J. Kuhl & N. Euker (Hrsg.), *Evidenzbasierte Diagnostik und Förderung von Kindern und Jugendlichen mit intellektueller Beeinträchtigung* (S. 39–66). Hogrefe.
- Lauth, G. W., Scherzer, N. & Otte, T. A. (2004). Vermittlung von pränumerischen Fähigkeiten bei leicht geistig Behinderten im Selbstinstruktionstraining – Generalisierung und zeitliche Stabilität. *Heilpädagogische Forschung*, 30(4), 170–177.
- Lifshitz, H. (2020). *Growth and Development in Adulthood among Persons with Intellectual Disability: New Frontiers in Theory, Research, and Intervention* (2020). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38352-7>
- Lifshitz, H., Kilberg, E. & Vakil, E. (2016). Working memory studies among individuals with intellectual disability: An integrative research review. *Research in Developmental Disabilities*, 59, 147–165. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.001>

- Lifshitz, H., Shtein, S., Weiss, I. & Vakil, E. (2011). Meta-analysis of explicit memory studies in populations with intellectual disability. *European Journal of Special Needs Education*, 26(1), 93–111. <https://doi.org/10.1080/08856257.2011.543535>
- Logie, R. H. (2011). The Functional Organization and Capacity Limits of Working Memory. *Current Directions in Psychological Science*, 20(4), 240–245. <https://doi.org/10.1177/0963721411415340>
- Lurija, A. R. & Yoduvić, F. J. (1977). *Die Funktion der Sprache in der geistigen Entwicklung des Kindes* (4. Aufl.). Pädagogischer Verlag Schwann.
- Lurija, A. R. (Hrsg.). (1963). *The Mentally Retarded Child: Essays Based on a Study of the Peculiarities of the Higher Nervous Functioning of Child-Oligophrenics*. Pergamon.
- Mähler, C. & Schuchardt, K. (2009). Working memory functioning in children with learning disabilities: does intelligence make a difference? *Journal of Intellectual Disability Research*, 53(1), 3–10. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01105.x>
- Miyake, A. & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Numminen, H., Lehto, J. E. & Ruoppila, I. (2001). Tower of Hanoi and working memory in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 22(5), 373–387. [https://doi.org/10.1016/S0891-4222\(01\)00078-6](https://doi.org/10.1016/S0891-4222(01)00078-6)
- Numminen, H., Service, E. & Ruoppila, I. (2002). Working memory, intelligence and knowledge base in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 23(2), 105–118. [https://doi.org/10.1016/S0891-4222\(02\)00089-6](https://doi.org/10.1016/S0891-4222(02)00089-6)
- Oka, K. & Miura, T. (2008). Allocation of attention and effect of practice on persons with and without mental retardation. *Research in Developmental Disabilities*, 29(2), 165–175. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2007.02.004>
- Olley, A., Malhi, G. & Sachdev, P. (2007). Memory and executive functioning in obsessive-compulsive disorder: a selective review. *Journal of Affective Disorders*, 104(1-3), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2007.02.023>
- Pitsch, H.-J. & Limbach-Reich, A. (2019). *Lernen und Gedächtnis bei Schülern mit kognitiver Behinderung*. Kohlhammer.
- Poloczek, S., Henry, L. A., Danielson, H., Büttner, G., Mähler, C., Messer, D. J., Schuchardt, K. & van der Molen, M. J. (2016). Strategic verbal rehearsal in adolescents with mild intellectual disabilities: A multi-centre European study. *Research in Developmental Disabilities*, 58, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.014>
- Repovs, G. & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061>
- Rosenquist, C., Conners, F. A. & Roskos-Ewoldsen, B. (2003). Phonological and visuo-spatial working memory in individuals with intellectual disability. *American Journal on Mental Retardation*, 108(6), 403–413. [https://doi.org/10.1352/0895-8017\(2003\)108<403:PAVW-MI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1352/0895-8017(2003)108<403:PAVW-MI>2.0.CO;2)
- Sarimski, K. (2003). Kognitive Prozesse bei Menschen mit geistiger Behinderung. In D. Irblich & B. Stahl (Hrsg.), *Menschen mit geistiger Behinderung: Psychologische Grundlagen, Konzepte und Tätigkeitsfelder* (S. 148–204). Hogrefe.

- Sarimski, K. (2013). Psychologische Theorien geistiger Behinderung. In G. Neuhäuser, H.-C. Steinhausen, F. Häßler & K. Sarimski (Hrsg.), *Geistige Behinderung: Grundlagen, Erscheinungsformen und klinische Probleme, Behandlung, Rehabilitation und rechtliche Aspekte* (4. Aufl., S. 44–58). Kohlhammer.
- Schalock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V. J., Buntinx, W. H. E. & Coulter, D. L. et al. (2010). *Intellectual disability: Definition, classification, and systems of supports* (11. Aufl.). American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.
- Schneider, W. J. & McGrew, K. S. (2018). The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities. In D. P. Flanagan, E. M. McDonough & A. S. Kaufman (Hrsg.), *Contemporary Intellectual Assessment, Fourth Edition: Theories, Tests, and Issues* (4. Aufl., S. 73–163). Guilford Publications.
- Schuchardt, K. & Mähler, C. (2012). Arbeitsgedächtnisprofile von Kindern unterschiedlicher Begabungsniveaus. *Lernen und Lernstörungen*, 1(3), 157–167. <https://doi.org/10.1024/2235-0977/a000017>
- Schuchardt, K., Gebhardt, M. & Mähler, C. (2010). Working memory functions in children with different degrees of intellectual disability. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(4), 346–353. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01265.x>
- Seitz-Stein, K., Schumann-Hemgster, R., Zoelch, C., Grube, D. & Mähler, C. & Hasselhorn, M. (2012). Diagnostik der Funktionstüchtigkeit des Arbeitsgedächtnisses bei Kindern zwischen 5 und 12 Jahren: Die Arbeitsgedächtnistestbatterie AGTB 5-12. In M. Hasselhorn & C. Zoelch (Hrsg.), *Funktionsdiagnostik des Arbeitsgedächtnisses: Tests und Trends* (S. 1–22). Hogrefe.
- Snyder, H. R., Miyake, A. & Hankin, B. L. (2015). Advancing understanding of executive function impairments and psychopathology: bridging the gap between clinical and cognitive approaches. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 328. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00328>
- Steinhausen, H.-C., Häßler, F. & Sarimski, K. (2013). Psychische Störungen und Verhaltensprobleme. In G. Neuhäuser, H.-C. Steinhausen, F. Häßler & K. Sarimski (Hrsg.), *Geistige Behinderung: Grundlagen, Erscheinungsformen und klinische Probleme, Behandlung, Rehabilitation und rechtliche Aspekte* (4. Aufl., S. 141–171). Kohlhammer.
- Theunissen, G. (2016). *Geistige Behinderung und Verhaltensauffälligkeiten: Ein Lehrbuch für Schule, Heilpädagogik und außerschulische Unterstützungssysteme* (6. Aufl.). Julius Klinkhardt.
- Thistle, J. J. & Wilkinson, K. M. (2013). Working memory demands of aided augmentative and alternative communication for individuals with developmental disabilities. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(3), 235–245. <https://doi.org/10.3109/07434618.2013.815800>
- van Aken, L., Kessels, R. P. C., Wingbermühle, E., van der Veld, W. M. & Egger, J. I. M. (2016). Fluid intelligence and executive functioning more alike than different? *Acta Neuropsychiatrica*, 28(1), 31–37. <https://doi.org/10.1017/neu.2015.46>
- van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J. & van der Molen, M. W. (2007). Verbal working memory in children with mild intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(2), 162–169. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2006.00863.x>
- van der Molen, M. (2009). *Working memory in children with mild intellectual disabilities: abilities and training potential*. ISED Institute for the Study of Education and Human Development; Langeveld Institute for the Study of Education and Development in Childhood and Adolescence.

van der Molen, M. J., van Luit, J. E. H., Jongmans, M. J. & van der Molen, M. W. (2009). Memory profiles in children with mild intellectual disabilities: Strengths and weaknesses. *Research in Developmental Disabilities*, 30(6), 1237–1247. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.04.005>

van der Molen, M. J., Van Luit, J. E. H., van der Molen, M. W. & Jongmans, M. J. (2010). Everyday memory and working memory in adolescents with mild intellectual disability. *American Journal on Intellectual and Developmental Disabilities*, 115(3), 207–217. <https://doi.org/10.1352/1944-7558-115.3.207>

Vicari, S. (2012). Memory and learning in intellectual disability. In J. A. Burack, R. M. Hodapp, G. Iarocci & E. Zigler (Hrsg.), *The Oxford Handbook of Intellectual Disability and Development* (S. 97–108). Oxford University Press.

Vicari, S., Costanzo, F. & Menghini, D. (2016). Memory and learning in intellectual disability. In *International Review of Research in Developmental Disabilities. Fifty Years of Research in Intellectual and Developmental Disabilities* (S. 119–148). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.iridd.2016.05.003>

Korrespondenzadresse:

Stephan Kehl

Fakultät III: Sonderpädagogik
Förderschwerpunkt geistige Entwicklung
Pädagogische Hochschule Ludwigsburg
Reuteallee 46
71634 Ludwigsburg
stephan.kehl@ph-ludwigsburg.de

Erstmalig eingereicht: 14.12.2020

Überarbeitung eingereicht: 23.05.2021

Angenommen: 06.05.2021